

腐食状態把握のための実務計測手法の検討

広島大学大学院 学生会員 ○時乗 良彦 広島大学大学院 正会員 藤井 堅
 広島大学大学院 フェロー会員 中村 秀治 広島大学大学院 学生会員 橋本 和朗

1. 背景と目的

腐食の発生した鋼構造物の維持管理において、残存強度評価をすることは重要であり、そのためには、対象とする構造物の板厚を計測する必要がある。しかし、現場において精緻に計測することは難しい。本研究では、実務レベルで計測できる程度の計測データが実構造物の板厚をどの程度正確に評価できるかについて検討する。

2. 供試体

供試体は、約 35 年間経過した火力発電所内冷却用海水排水路壁面矢板である。Fig.1 a)に飛沫帯、b)に干満帯の板厚等高線を示す。飛沫帯の方が干満帯と比べて腐食が激しいことが分かる。

この矢板の一部(100mm×300mm)を用いて、1mm間隔で細かく計測した測定データから、ランダムに数点を抜き出したデータを、現場での計測から得られたデータとみなして検討する。

3. 代表板厚の決定方法

細かく計測された板厚データからランダムに所定の測定点数だけデータを抜き出し、その平均値(平均板厚)と測定点数を示せばFig.2のようになる。縦軸は平均板厚、横軸は測定点数である。Fig.2 から測定点数が少ないほどばらつきは大きくなり、少ないデータでは正確な平均板厚を求めることが難しくなることが分かる。

測定点数によって正確な平均板厚の周りにどれほどばらつきが発生するかを調べる。Fig.3は、細かい計測結果(約3万点)から20点をランダムに抜き出し、各々の平均板厚を求めるという操作を1万回行い、その平均板厚のヒストグラムを示したものである。図中、 T_{ave} と σ は、細かい計測結果(約3万点)の平均板厚と標準偏差で、その値は $T_{ave}=3.53\text{mm}$ 、 $\sigma=1.27\text{mm}$ である。Fig.3は20点の計測結果から得られる平均板厚が、 T_{ave} に対してどの程度の正確さを持っているのかを示している。図の場合には、20点の測定から得た平均板

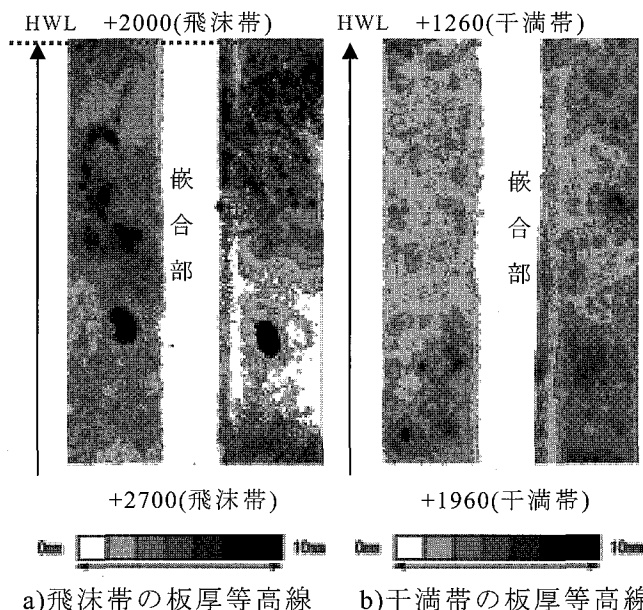


Fig.1 矢板の板厚等高線

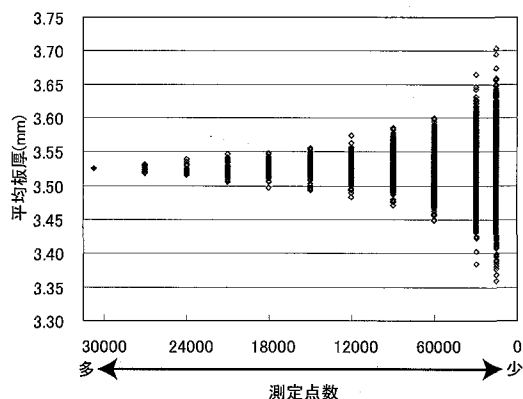


Fig.2 測定点数の違いによるばらつき

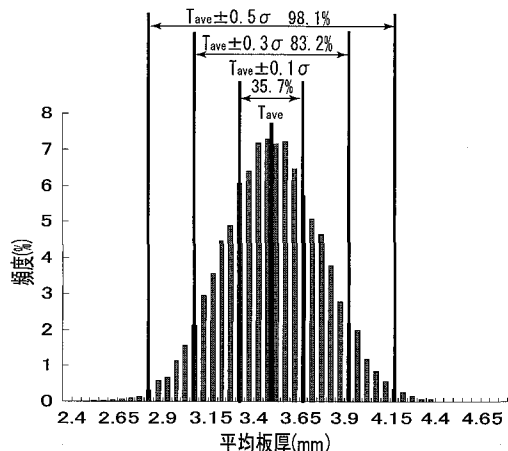


Fig.3 誤差範囲調査のイメージ図

厚が $T_{ave} \pm 0.1 \sigma$ の範囲内にある確率は 37.5%で、
 $T_{ave} \pm 0.5 \sigma$ の範囲内にある確率は 98.1%となる。

Table1 は Fig.3 で行った操作の測定点数を変えて調査した結果である。例えば 20 点の計測を行えば、 $T_{ave} \pm 0.3 \sigma$ の範囲内の平均値となる信頼性は約 8 割となる。よって、 $\pm 0.3 \sigma$ の誤差を許容できるならば、20 点の計測を行えば概ね確かな値を推定できると判断できる。

Fig.4 に Table1 をグラフにプロットしたものを示す。このグラフより、それぞれの許容誤差範囲内の値を得たい場合には何点の計測を行えばよいかを求めることができる。例えば、 $\pm 0.4 \sigma$ の誤差まで許容できる場合には 10 点の計測を、 $\pm 0.25 \sigma$ の誤差まで許容できる場合には 30 点の計測を行えばよいことが分かる。

4.標準偏差の決定方法

標準偏差についても、平均板厚の評価方法と同様に、許容できる誤差の範囲を決めて、その範囲の値を得られる確率を調べた。Table2 に測定点数と許容誤差範囲を変化させて平均板厚と同様の調査を行った結果を示す。20 点の計測から得た標準偏差が $\sigma \pm 0.3\text{mm}$ の範囲内の標準偏差を得られる信頼性は、標準偏差が大きい場合も小さい場合も、8 割以上となる。よって、 $\pm 0.3\text{mm}$ の誤差を許容できるならば、20 点の計測を行えば概ね確かな値を推定できると判断できる。

5.結論

現場で得られる限られたデータを用いて代表板厚と標準偏差を評価する際には、正確な値との許容誤差範囲を決定すれば、許容誤差内に収まるために必要な測定点数を与えることができる。

20 点の計測では細かい計測から得た平均板厚 $\pm 0.3 \sigma$ ，標準偏差 $\pm 0.3\text{mm}$ の値を概ね得ることができる。

謝辞

本研究の供試体作成等については、(社)日本鉄鋼連盟の研究助成，資料の提供を賜りました。ここに記して謝意を表します。

Table1 測定点数と平均板厚の分布頻度
 <標準偏差が大きい場合>

x	T_{ave} (mm)	σ (mm)	$x \sigma$ (mm)	$T_{ave} \pm x \sigma$ (mm)	10点平均 (mm)	15点平均 (mm)	20点平均 (mm)
0.5	3.53	1.27	0.64	2.90~4.17	89.4%	95.2%	98.1%
0.4			0.51	3.02~4.04	80.6%	88.5%	93.7%
0.3			0.38	3.15~3.91	67.0%	77.1%	83.2%
0.2			0.25	3.28~3.78	48.9%	57.8%	64.2%
0.1			0.13	3.40~3.66	25.8%	31.6%	35.7%

<標準偏差が小さい場合>

x	T_{ave} (mm)	σ (mm)	$x \sigma$ (mm)	$T_{ave} \pm x \sigma$ (mm)	10点平均 (mm)	15点平均 (mm)	20点平均 (mm)
0.5	4.57	0.65	0.33	4.25~4.90	88.7%	94.8%	97.4%
0.4			0.26	4.31~4.83	79.8%	87.8%	92.6%
0.3			0.20	4.38~4.77	66.6%	76.2%	82.2%
0.2			0.13	4.44~4.70	48.5%	57.1%	63.5%
0.1			0.07	4.51~4.64	25.3%	31.3%	35.1%

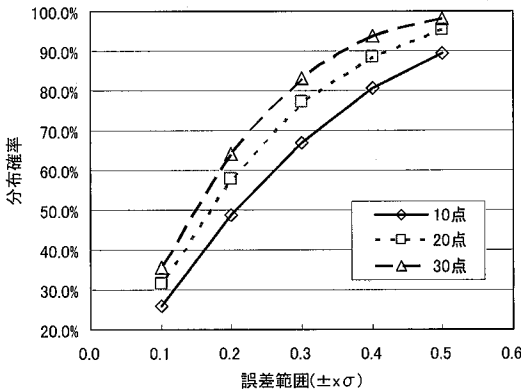


Fig.4 分布頻度の変移(σ が大きい場合)

Table2 測定点数と標準偏差の分布頻度
 <標準偏差が大きい場合>

x	T_{ave} (mm)	σ (mm)	$\sigma \pm x$ (mm)	10点 σ_{tR} (mm)	15点 σ_{tR} (mm)	20点 σ_{tR} (mm)
0.5	3.53	1.27	0.77~1.77	87.8%	95.1%	97.5%
0.4			0.87~1.67	77.8%	87.5%	92.6%
0.3			0.97~1.57	63.5%	74.6%	81.0%
0.2			1.07~1.47	46.2%	54.7%	60.8%
0.1			1.17~1.37	23.7%	29.0%	33.4%

<標準偏差が小さい場合>

x	T_{ave} (mm)	σ (mm)	$\sigma \pm x$ (mm)	10点 σ_{tR} (mm)	15点 σ_{tR} (mm)	20点 σ_{tR} (mm)
0.5	4.57	0.65	0.15~1.15	97.5%	99.2%	99.8%
0.4			0.25~1.05	92.6%	97.7%	98.8%
0.3			0.35~0.95	81.0%	92.7%	95.5%
0.2			0.45~0.85	60.8%	75.2%	81.4%
0.1			0.55~0.75	33.4%	40.1%	46.1%

参考文献

1) 藤井ら：鋼表面の腐食進展に基づく鋼板圧縮強度低下の経時予測，土木学会構造工学論文集，Vol.52A，pp.689-700，2006.